

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA  
FACULDADE DE MOTRICIDADE HUMANA



# **Importância da actividade física no mineral ósseo de diversas regiões do fémur proximal, de acordo com a morfologia da pélvis em crianças de 10 a 12 anos de idade**

Dissertação elaborada com vista a obtenção ao grau de Mestre na  
Especialidade de Exercício e Saúde

**Orientadora: Professora Doutora Maria de Fátima Marcelina Baptista**

**Júri:**

Presidente: Professora Doutora Maria de Fátima Marcelina Baptista  
Vogais: Professora Doutora Maria Margarida Marques Rebelo Espanha  
Professora Doutora Ana Isabel Andrade Diniz Carita

**CARLOS ZANELLO KLOSTERMANN**

**2011**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Carlos e Gerci, pela educação.

Aos meus irmãos, Reinaldo e Débora.

A todos os meus familiares, em especial a minha tia Cida, pelo amparo, incentivo, compreensão e sua dedicação em me motivar.

A Ana Teixeira que estava sempre ao meu lado nos momentos bons e ruins.

Aos meus amigos pelos momentos de descontração, em especial Bruno e Robson e ao André Hauer colega do mestrado e amigo, sem sua ajuda não estaria realizando esta etapa.

Aos meus colegas de mestrado, que proporcionaram momentos agradáveis durante todo esse período.

Aos professores da FMH, em especial à minha orientadora a Professora Doutora Fátima Baptista pela confiança, apoio e amparo na realização deste trabalho. E à Dr<sup>a</sup> Graça Cardadeiro pelo acompanhamento da componente metodológica relativo à preparação, tratamento e análise de imagens da pélvis.

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS.....</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>VI</b>
<b>CAPÍTULO 1 – APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introdução.....	1
1.2 Definição do Problema.....	2
1.3 Âmbito do Estudo.....	3
1.4 Pressupostos.....	3
1.5 Limitações.....	3
1.6 Hipóteses.....	4
1.7 Significado ou Pertinência do Estudo.....	4
1.8 Definições Operacionais.....	4
1.9 Lista de Abreviaturas.....	5
<b>CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Saúde Óssea e Actividade Física.....	6
2.1.1 Absorciometria de raio X de dupla energia, DXA.....	10
2.2 Morfologia da Pélvis e Mineral Ósseo do Fémur Proximal.....	10
<b>CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
3.1 Concepção Experimental do Estudo.....	13
3.2 Seleção da Amostra.....	13
3.3 Instrumentos e Procedimentos.....	13
3.3.1 Análise da Morfologia da Pélvis.....	13
3.3.2 Avaliação da Actividade Física.....	14
3.3.3 Avaliação da Composição Corporal.....	15
3.3.4 Avaliação da Maturação Biológica.....	15
3.4 Análise Estatística.....	16
<b>CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
4.1 Caracterização da Amostra.....	17
4.2 Diâmetros pélvicos e variáveis ósseas das três regiões do fémur proximal....	18
4.3 Interação do diâmetro inter-acetabular inferior e da actividade física.....	21
<b>CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>26</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>31</b>

## ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS

<b>Quadro 1</b> - Caracterização da amostra: idade, maturação biológica, composição corporal e actividade física.....	17
<b>Quadro 2</b> - Diâmetros da pélvis, área óssea, conteúdo mineral ósseo da pélvis e das três regiões do fémur proximal.....	18
<b>Quadro 3</b> - Correlações parciais entre os diâmetros pélvicos e as variáveis ósseas das três regiões do fémur proximal, ajustadas para a altura corporal, maturação biológica, massa magra e actividade física.....	20
<b>Quadro 4</b> - Efeitos principais e interacção do diâmetro inter-acetabular inferior e da actividade física na área e conteúdo mineral ósseo das três regiões do fémur proximal das raparigas.....	22
<b>Figura 1</b> - Imagem da pélvis com a localização dos marcos anatómicos e dos 4 diâmetros pélvicos.....	14
<b>Figura 2</b> - Interacção entre a actividade física e o diâmetro pélvico inter-acetabular inferior nas raparigas.....	23

## RESUMO

**Objetivo:** Este estudo analisou a importância da actividade física (AF) no mineral ósseo de três regiões do fémur proximal, de acordo com a morfologia da pélvis em crianças de 10 a 12 anos de idade de ambos os sexos. **Métodos:** A análise dos diâmetros pélvicos foi realizada através de morfometria geométrica em 119 participantes. As variáveis de composição corporal e o mineral ósseo das três regiões do fémur proximal foram avaliados por densitometria de raio-x de dupla energia. A AF foi avaliada através de acelerometria. **Resultados:** As raparigas apresentaram maior diâmetro pélvico ao nível interno e inter-acetabular inferior do que os rapazes. Estas dimensões da pélvis nas raparigas parecem estar associadas a valores mais baixos de mineral ósseo no colo do fémur e no intertrocanter e a valores mais elevados sobretudo de área óssea no trocanter. **Conclusão:** A actividade física poderá eventualmente prevenir valores mais baixos de mineral e área óssea do trocanter em raparigas com menor diâmetro inter-acetabular inferior.

**PALAVRAS-CHAVE:** Morfometria Geométrica, Diâmetros Pélvicos, Fémur Proximal, Actividade Física, Mineral Ósseo, Crianças, Absorciometria de Raio X de Dupla Energia, Acelerômetro, Composição Corporal e Maturação Biológica.

## ABSTRACT

**Objective:** This assignment analyzes the association between physical activity (PA) and bone mineral in three regions of the proximal femur, according to the pelvis morphology of the children's from 10 to 12 years old of both sexes. **Methods:** Pelvic diameters analysis was made by using geometric morphometry in 119 participants. The variables of the body composition and bone mineral of the three regions of the proximal femur were measured by densitometry of x-ray dual energy. Physical activity was assessed by accelerometry. **Results:** Girls had higher pelvic diameter internally, however the inter-acetabular was lower than boys. These dimensions of the pelvis in girls seem to be associated with lower values of bone mineral at the femoral neck and trochanter and the inter-higher values of bone area above the trochanter. **Conclusion:** Physical activity may eventually prevent lower values of mineral and bone area of the trochanter in girls with lower diameter inter-acetabular bottom.

**KEYWORDS:** Geometric Morphometrics, Pelvic Diameters, Proximal Femur, Physical Activity, Bone Mineral, Children, Dual x-ray Absorptiometry, Accelerometer, Body Composition and Biological Maturation.

## CAPÍTULO 1 – APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

### 1.1 Introdução

A infância e a adolescência são períodos essenciais para o desenvolvimento de um esqueleto saudável, consequentemente, estes períodos do ciclo de vida acabam por receber uma grande atenção para intervenções que proporcionem maior mineralização do esqueleto e possam evitar e ou amenizar os problemas como a osteopenia (mineral ósseo diminuído) e a osteoporose (mineral ósseo muito diminuído), que ocorrem com grande incidência na idade adulta.

A osteoporose é uma doença óssea metabólica que nas últimas décadas se tornou num importante problema de saúde em todas as partes do mundo, especialmente nos países desenvolvidos. Estima-se que a incidência de fracturas suba exponencialmente nos próximos 50 anos, decorrente do aumento da esperança de vida (Hind and Burrows, 2007). Entre todas as fracturas osteoporóticas, as fracturas localizadas na anca são consideradas as mais graves por serem mais incapacitantes e eventualmente mortais. Cerca de 20% das pessoas com uma fractura na anca morrem no prazo de 12 meses e metade dos que sobrevivem não conseguem viver de forma independente (Gregory and Aspden, 2008).

A baixa densidade mineral óssea medida pela absorciometria de raio X de dupla energia (dual x-ray absorptiometry, DXA), é considerada um importante factor de risco para a ocorrência de uma fractura inerente à fragilidade da microarquitetura óssea, e é amplamente utilizada na prática clínica para identificar as pessoas com risco aumentado de fractura (Berger *et al.*, 2008). A DXA determina a quantidade de mineral ósseo em gramas e a densidade mineral óssea (DMO) é o resultado da divisão do conteúdo mineral ósseo pela sua respectiva área óssea, expressa em g/cm<sup>2</sup>.

A osteopenia e a osteoporose deixaram de ser uma preocupação exclusiva de indivíduos adultos e idosos, uma vez que a DMO dessas faixas etárias se encontra fortemente dependente do pico de massa óssea adquirida entre a segunda e a terceira décadas de vida (Heaney *et al.*, 2000), com aproximadamente 90% do mineral ósseo adulto, adquirido nas duas primeiras décadas. A optimização do pico

de massa óssea e a sua manutenção na idade adulta é fundamental para a prevenção de osteoporose (Borges *et al.*, 2006). Estudos de natureza longitudinal mostram que cerca de um terço do conteúdo mineral ósseo (CMO) são depositados num período de 4 anos correspondentes aos anos que antecedem e que sucedem o pico de velocidade de crescimento em altura (Volgyi *et al.*, 2010). Sendo a infância e a adolescência períodos fundamentais para a educação e promoção de hábitos saudáveis (Kohrt *et al.*, 2004), um trabalho multidisciplinar com Pediatras, Nutricionistas e Professores de Educação Física, poderá garantir as condições necessárias para que as crianças e adolescentes desenvolvam de forma óptima a mineralização do esqueleto, evitando fracturas na idade adulta.

Os estudos sobre a importância ou influência da actividade física habitual na mineralização do esqueleto durante a infância e a adolescência são escassos, uma vez que a maioria dos estudos se têm focado em programas de intervenção com exercício físico ou em comparações de atletas com não atletas, ou seja em situações ou contextos que não são habitualmente vivenciados pela maioria das crianças ou jovens e, que portanto, não podem ser generalizados para as crianças ou jovens normalmente activas (Forwood *et al.*, 2006). Por outro lado, estes estudos não analisaram a influência da morfologia da pélvis como factor moderador da associação ou influência da actividade física na mineralização do esqueleto.

A influência da carga mecânica nas propriedades materiais e estruturais do osso, particularmente as forças de impacto derivadas da actividade física, comparativamente às forças musculares derivadas da contracção muscular, parece ser maior no sexo masculino do que no feminino (Forwood *et al.*, 2006; Janz *et al.*, 2007). Entre as diversas razões, referem-se as de natureza hormonal, as diferenças no padrão de crescimento e a menor carga mecânica habitual no sexo feminino (menor actividade física e massa muscular). Existem todavia poucas investigações relacionadas com as razões de natureza morfológica da pélvis na variabilidade da carga mecânica que é aplicada ao esqueleto.

## **1.2 Definição do Problema**

Este estudo tem como objectivo analisar a importância da actividade física no mineral e na área óssea de três regiões do fémur proximal, de acordo com a



morfologia da pélvis, em rapazes e raparigas entre 10 e 12 anos de idade, uma vez que se trata de uma variável (a morfologia da pélvis) que não foi anteriormente investigada e que pode moderar a relação entre a actividade física e a mineralização óssea.

### **1.3 Âmbito do Estudo**

Este trabalho insere-se no âmbito de um projeto de investigação que procura analisar diferenças dos efeitos da actividade física na mineralização do esqueleto, particularmente ao nível da anca (fémur proximal), entre rapazes e raparigas (PTDC/DES/115607/2009). Parece razoável que algumas diferenças possam ser explicadas por morfologias diferenciadas da pélvis especialmente entre os dois sexos. Assim, para a análise morfológica da pélvis foram utilizados diversos diâmetros pélvicos.

A selecção dos participantes deve-se ao facto de se tratar de uma faixa etária privilegiada para realização de intervenções ao nível de hábitos saudáveis de vida uma vez que a partir destas idades a prática de actividade física habitual diminui drasticamente (Baptista *et al.*, 2011).

### **1.4 Pressupostos**

Parte-se do princípio que todos os participantes eram saudáveis, uma vez que foram incluídos na amostra todos os participantes que responderam favoravelmente a um questionário aplicado por entrevista sobre o estado de saúde. Os diâmetros da pélvis foram projetados através de uma escala previamente definida, ou seja, representam as medidas estimadas da pélvis. A actividade física habitual foi avaliada em um período de 4 dias sendo 2 dias de semana e 2 dias no fim de semana, partindo do pressuposto que este período reporta a rotina dessas crianças.

### **1.5 Limitações**

Neste estudo foram utilizadas informações da actividade física recolhidas através da acelerometria durante 4 dias, não tendo sido tratadas e consideradas outras informações relevantes relativas à história de actividade física nos anos anteriores. Outra limitação está relacionada com a qualidade das imagens obtidas

por DXA para análise morfológica da pélvis. Trata-se de um método com fraca resolução quando utilizado com crianças e adolescentes, devido ao processo de formação óssea nessas idades, dificultando a identificação dos limites ósseos, podendo confundir a correta aplicação dos marcos anatómicos nas imagens.

### **1.6 Hipóteses**

A morfologia da pélvis difere entre rapazes e raparigas.

As associações entre a actividade física e a mineralização óssea de três regiões do fémur proximal são influenciadas pela morfologia da pélvis.

### **1.7 Significado ou Pertinência do Estudo**

Na última década foram publicados diversos estudos comparando os diâmetros do fémur proximal entre indivíduos adultos saudáveis e adultos com fracturas (Bergot *et al.*, 2002; Gregory *et al.*, 2004; Kaissi *et al.*, 2005). Por sua vez, foram avaliadas adaptações estruturais associadas à morfologia externa de regiões ósseas dos membros inferiores decorrentes de estudos longitudinais (intervenção e observação) com o exercício/actividade física em pessoas jovens e adultas (Kaptoge *et al.*, 2007; MacKelvie *et al.*, 2004; Petit *et al.*, 2002). Outras investigações analisaram a relação entre a composição corporal, a actividade física habitual e a distribuição da densidade mineral óssea ou a morfologia do fémur (Cardadeiro *et al.*, 2010; Forwood *et al.*, 2006; Janz *et al.*, 2004; 2007; Petit *et al.*, 2005; Reid, 2002; Schoenau *et al.*, 2002; Young *et al.*, 2001). No entanto não foram encontrados estudos sobre a importância da actividade física no mineral ósseo do fémur proximal, de acordo com a morfologia da pélvis em crianças.

### **1.8 Definições Operacionais**

Conteúdo mineral ósseo (CMO): massa de mineral contido em um osso inteiro expresso em gramas ou como massa de mineral por unidade de comprimento do osso expresso em gramas por cm<sup>2</sup> (Schoenau *et al.*, 2002).

Densidade mineral óssea (DMO): massa mineral de um osso dividido por sua área projectada em uma determinada direcção expressa em gramas por cm<sup>2</sup>

(Schoenau *et al.*, 2002).

Índice de massa corporal (IMC): é a razão entre o peso corporal total expresso em quilogramas de um indivíduo e o quadrado de sua altura expressa em metros (Lohman, 1992).

Marcos anatômicos (landmarks): pontos nos quais as estruturas biológicas são amostradas e que permitem identificar as variações de forma entre as mesmas estruturas morfológicas nos diferentes exemplares em estudo (Bookstein, 1991).

Massa gorda (MG): massa corporal constituída por lípidos essenciais e não essenciais (Lohman, 1992).

Massa magra (MM): massa corporal isenta de massa gorda (Lohman, 1992).

Pico de velocidade em altura (PVA): medida da taxa máxima de crescimento em estatura (Sherar, 2005).

### **1.9 Lista de Abreviaturas**

CMO – Conteúdo mineral ósseo

DIAInf – Diâmetro inter-acetabular inferior

DIASup – Diâmetro inter-acetabular superior

DIE – Diâmetro inter-espinhal

DIP – Diâmetro interno da pélvis

DMO – Densidade mineral óssea

DXA – Densitometria radiológica de dupla energia

IMC – Índice de massa corporal

PVA – Pico de velocidade em altura

## CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Saúde Óssea e Actividade Física

Nos últimos anos verificou-se um aumento significativo no número de estudos sobre a saúde óssea. Os investigadores deixaram de se preocupar somente com as pessoas adultas, incluindo pessoas idosas, tornando-se frequente os estudos científicos com crianças e adolescentes sobre a fragilidade óssea e o pico de massa óssea, mas também sobre a osteopenia e a osteoporose.

A osteoporose é um importante problema de saúde pública da atualidade, com enorme impacto social e econômico. A nível mundial estima-se que uma em cada três mulheres e um em cada cinco homens acima de 50 anos sofram de fracturas por osteoporose (International Osteoporosis Foundation, 2008).

A osteoporose é definida pela Organização Mundial de Saúde como uma doença metabólica óssea sistémica, tendo como principal característica a diminuição da massa óssea e a deterioração da microarquitetura do tecido ósseo. A principal consequência desta deterioração é o aumento da fragilidade do osso e da suscetibilidade a fracturas (Campos *et al.*, 2003). Nos EUA a osteoporose afeta 44 milhões de adultos, dos quais 80% são mulheres (Ondrak and Morgan, 2006). No ano 2000 na Europa foram estimados 3,79 milhões de fracturas, sendo 890 mil fracturas da anca (International Osteoporosis Foundation, 2008). A Organização Mundial de Saúde definiu como valores normais de densidade óssea em adultos, os valores de densidade mineral óssea entre 0 e  $\pm 1$  desvio padrão (DP) em relação aos valores médios observados em indivíduos jovens saudáveis (T-score). Nas crianças, esses valores devem ser ajustados para a idade e o sexo (Z-score). A osteopenia é definida pela densidade mineral óssea entre  $-1$  e  $-2,5$  DP, e a osteoporose pela densidade mineral óssea abaixo de  $-2,5$ . Golding *et al.* (2000) em um estudo longitudinal demonstraram que uma redução de 1 DP na densidade óssea do corpo total, duplica o risco de fracturas em raparigas.

A principal consequência da osteoporose são as fracturas que ocorrem principalmente nas vértebras (44%), no fémur proximal (20%) e no antebraço (14%) (Campos *et al.*, 2003). A fractura da anca é a consequência mais grave da osteoporose pois é o tipo de fractura que torna as pessoas mais incapacitadas. Em

países industrializados, o envelhecimento da população relacionado com as fracturas da anca vem vindo a tornar-se uma preocupação de saúde pública. Apesar dos avanços substanciais da medicina no tratamento ortopédico, a fractura da anca constitui uma das principais causas de morbilidade e mortalidade nos idosos com um custo considerável nos recursos de saúde (Bergot *et al.*, 2002). Por esse motivo há uma grande ênfase na procura e implementação de medidas preventivas para evitar ou compensar as fracturas ocorridas em pessoas com osteoporose.

O osso consiste num tecido conjuntivo especializado que é responsável por três funções no corpo humano: a função mecânica como suporte e locomoção, a protecção de órgãos vitais e da medula óssea e a função metabólica como reserva de minerais, essencialmente cálcio e fósforo (Baptista, 2000).

O osso apresenta uma constituição cortical denominada em osso compacto e denso e uma constituição trabecular porosa, sendo formado por colagénio e material inorgânico. Essa composição permite que o osso resista a forças multidireccionais. A quantidade de massa óssea em determinada região do osso varia em relação às dimensões da região. O osso trabecular está preponderantemente presente nas vértebras, no crânio, na pélvis e na porção ultradistal do rádio. Já o osso cortical predomina nos ossos longos, no colo femoral e no rádio distal. O osso trabecular apresenta maior metabolismo, tornando-se dessa forma mais susceptível às alterações da massa óssea. Nas diáfises dos ossos longos, as diminuições de diâmetro são acompanhados de um aumento de espessura da cortical, mantendo a quantidade de massa óssea por unidade de área, preservando a resistência do osso. Nas epífises dos ossos longos, da mesma forma que verificamos nos ossos curtos, observamos a presença de tecido esponjoso e de uma fina camada de tecido compacto da superfície exterior. Esta constituição permite ao osso, compensar o seu maior volume com uma menor densidade do tecido ósseo.

Os osteoblastos, os osteócitos e os osteoclastos são as principais células ósseas. Os osteoblastos são responsáveis pela formação do tecido ósseo, enquanto os osteoclastos promovem a sua reabsorção. Os ossos adaptam a sua massa e a arquitectura óssea às necessidades mecânicas através de mecanismos biológicos. Os mecanismos biológicos são: o crescimento, a modelação e a remodelação. O crescimento é determinado geneticamente, de forma predominante nos locais onde

o esqueleto tem como principal função a protecção. Nos locais onde o esqueleto age com funções mecânicas, a forma geral do osso é alcançada como resultado do crescimento, as restantes características resultam da modelação e remodelação, que constituem a adaptação funcional. A modelação é o processo que altera a forma e a massa dos ossos em resposta a factores mecânicos locais. A remodelação constitui um processo de modificação óssea, com objetivo de manter a massa óssea (Baptista, 2000). As áreas ósseas preponderantemente corticais, como o trocanter e o intertrocanter, parecem ser consideravelmente influenciadas por factores mecânicos no alcance do pico de massa óssea, demonstrando assim uma menor taxa de perda óssea nas idades avançadas (Baptista, 2000).

Na infância, a formação excede a reabsorção, e a remodelação óssea é intensa, com dois períodos de aceleração do crescimento: nos dois primeiros anos de vida e durante a adolescência (entre 11 e os 14 anos nas raparigas e entre os 13 e os 17 anos nos rapazes). É estimado que 30% do total de massa óssea adulta é acumulada durante o período da puberdade (Hind and Burrows, 2007). Esse crescimento ósseo ocorre em comprimento, largura e massa, como as demais estruturas do corpo humano (Heaney *et al.*, 2000).

A hereditariedade (raça e sexo), é um factor importante na obtenção do pico de massa óssea, sendo responsável por 80% do pico final. Os aspectos nutricionais, mecânicos, hábitos, doenças crónicas e medicamentos contribuem com o restante (Campos *et al.*, 2003). O pico de massa óssea é a quantidade máxima de massa óssea que um indivíduo acumula até a maturidade do esqueleto (Hind and Burrows, 2007). A optimização do pico de massa óssea é considerado como uma das principais medidas preventivas para a saúde óssea.

Durante a adolescência ocorre uma diminuição transitória da densidade mineral óssea, isto porque o osso aumenta em tamanho antes que haja um correspondente aumento da massa óssea. Esse é um dos fatores de maior fragilidade óssea e conseqüentemente de maior predisposição a fracturas. Muitas das fracturas que ocorrem em adolescentes são devidas a essa fragilidade óssea, e são comparáveis às denominadas fracturas osteoporóticas em adultos (Heaney *et al.*, 2000). Identificar os fatores relacionados a fragilidade óssea e os mecanismos que possam reforçar os ossos no início da vida pode ser fundamental para atenuar

os efeitos da osteoporose. Estudos indicam que a maneira mais eficaz de prevenir a osteoporose pode ser o aumento do conteúdo mineral ósseo durante a infância (Fuchs *et al.*, 2001).

Segundo a lei de Wolff, o osso possui a capacidade de adaptar-se a diversas situações externas, como: a carga mecânica resultante da tração que é exercida pela contração muscular, da transmissão dos tendões e do suporte do peso contrariando a força da gravidade. Este mecanismo, baseado no fato de que todas as alterações na função de um osso são acompanhadas por modificações na sua estrutura interna, dá resposta às necessidades intrínsecas do osso, capacitando-o a suportar forças deformantes exercidas sobre ele. Assim, a arquitetura interna do osso reflete muito especificamente o tipo da carga a que é submetido, adaptando-se continuamente a esta. Num local onde as tensões mecânicas passem a ser mais elevadas, existirá uma deposição de matéria óssea enquanto que num outro local, onde as forças atuantes estejam diminuídas passará a existir uma reabsorção da massa óssea. A este processo de reabsorção / deposição de massa óssea, referido anteriormente dá-se o nome de remodelação óssea. A idéia básica da lei de Wolff é que, o sistema esquelético otimiza a sua morfologia de acordo com o nível de exigência mecânica para se adaptar a cargas extremas, peso corporal, contração muscular voluntária e forças de reacção com impactos que não comprometam as suas outras funções (Baptista, 2000).

Na última década alguns investigadores procuraram compreender a importância da actividade física habitual avaliada de uma forma objectiva, em particular através da acelerometria, na saúde óssea avaliada por DXA.

Entre estes investigadores e estudos destaca-se o “Iowa bone development study” conduzido por Kathleen Janz.

Os principais resultados indicam que a actividade física está positivamente associada ao CMO e à DMO durante a infância, sendo a intensidade imposta pela actividade física mais importante do que o volume para o desenvolvimento do sistema músculo esquelético (Janz *et al.*, 2001); a actividade física de intensidade moderada a vigorosa ( $\geq 3000$  counts/min) contribui para o aumento do CMO, particularmente no grande trocanter das crianças (Janz *et al.*, 2006); em média as crianças/jovens que acumulam 40 minutos por dia de actividade física moderada e

vigorosa apresentam uma área de secção transversal do colo do fémur 3 a 5% maior do que as crianças/jovens que acumulam somente 10 minutos por dia de actividade física com a mesma intensidade (Janz *et al.*, 2007).

### **3.3.1 Absorciometria de raio X de dupla energia, DXA**

Atualmente o método densitométrico mais utilizado para o diagnóstico da densidade mineral óssea é a DXA. Este método foi desenvolvido no final de 1980 e inicialmente era utilizado com mulheres pós-menopausa. No início de 1990 as mudanças no software da DXA com melhoria nos algoritmos permitiu que o equipamento detectasse os limites ósseos em crianças com baixa densidade mineral óssea. O método é rápido e com baixa exposição de radiação (Borges *et al.*, 2006).

A densitometria óssea é um dos pilares em avaliação de doenças sistémicas ósseas, sendo muito utilizado em adultos e cada vez mais em jovens. O parâmetro básico da DXA é o CMO. O CMO é definido como a quantidade de mineral ósseo contido numa determinada região óssea (g) (Schoenau *et al.*, 2002).

A DXA é um equipamento atrativo para a investigação da morfologia óssea, devido à relação custo-eficácia e à baixa emissão de radiação quando comparado com outros equipamentos 3D como a tomografia computadorizada e a ressonância magnética. A DXA produz imagens em 2D de objetos em 3D, e por isso as medições geométricas (óssea) podem ser afetadas pelo posicionamento do paciente. (Gregory and Aspden, 2008).

## **2.2 Morfologia da Pélvis e Mineral Ósseo do Fémur Proximal**

A cintura pélvica humana é larga e de altura reduzida e encontra-se adaptada para receber forças verticais da coluna e posteriormente direcioná-las aos membros inferiores uma vez que constitui o elemento de ligação entre o tronco e os membros inferiores (Espanha, 1999). Essa ligação recebe a influência de forças externas, em que as mais relevantes são o peso corporal e a tensão gerada pela contração dos músculos da anca (Mourão and Vasconcellos, 2001). O peso corporal encontra-se sobretudo concentrado no sacro e é transmitido para a cabeça do fémur através da articulação sacro ilíaca. As mulheres apresentam a pélvis com uma maior largura e menor altura comparativamente aos homens, para permitir a passagem do bebé



com cabeça de grandes dimensões. Nas crianças a cavidade pélvica tende a ser redonda e do tipo antropóide, sem muitas alterações antes da puberdade (Driscoll, 2010). O osso coxal ou ilíaco é formado a partir de três partes, 2 ossos coxais e o sacro. A cintura pélvica representa o fulcro para o movimento, a locomoção bípede e a postura ereta (Driscoll, 2010). O ilíaco articula-se com o fémur através da superfície do acetábulo.

O fémur é o osso mais longo do corpo humano sendo composto na extremidade proximal pela cabeça, pelo grande trocanter que serve de local de inserção de músculos e pelo colo do fémur que se subdivide em colo anatômico unindo o pequeno e o grande trocanter e em colo cirúrgico unindo a diáfise à épifise superior do fémur (Mourão and Vasconcellos, 2001). O crescimento do fémur proximal atinge as dimensões do adulto por volta dos 15 anos. No entanto, na idade adulta ocorrem modificações sutis sobretudo no colo do fémur.

Uma vez que existem diferenças significativas no tamanho e na geometria da pélvis entre homens e mulheres (Gregory and Aspden, 2008), é natural que essas diferenças ocorram também ao nível do fémur proximal e consequentemente nas diferentes fracturas da anca (fémur proximal). Em adultos 90% das fracturas da anca ocorrem no colo do fémur e no intertrocanter. A incidência de sofrer uma fractura na anca é 2 a 3 vezes maior nas mulheres do que nos homens e o risco de sofrer uma fractura dobra a cada 10 anos a partir dos 50 anos de idade (Evans and McGrory, 2002). Um maior comprimento do eixo e da largura do colo do fémur e um maior ângulo cervicodifisário constituem alguns dos aspectos geométricos que mais contribuem para as fracturas do fémur proximal (Bergot *et al.*, 2002; Gregory *et al.*, 2004; Kaissi *et al.*, 2005; Mourão and Vasconcellos, 2001). Recentemente, também o deslocamento infero-interno do centro de massa do colo do fémur com o envelhecimento, aumentando assim a distância do centro de massa ao bordo externo desta região óssea, se evidenciou como um fator de risco para fractura nas pessoas mais idosas (Kaptoge *et al.*, 2007). O deslocamento infero-interno do centro com o envelhecimento é devido a uma menor mineralização supero-externa e tem como consequência uma menor resistência do osso a forças de flexão. A actividade física parece contudo prevenir, tanto em idades jovens (Cardadeiro *et al.*, 2010), como na idade adulta este deslocamento interno do centro de massa ao promover

uma maior mineralização na região supero-externa do colo do fêmur (Kaptoge *et al.*, 2007).

## **CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA**

### **3.1 Concepção Experimental**

Este estudo é transversal e descritivo e teve como objectivo investigar a importância da actividade física no mineral ósseo de três regiões do fémur proximal, de acordo com a morfologia da pélvis em crianças de 10 a 12 anos de idade.

### **3.2 Selecção da Amostra**

A selecção inicial da amostra foi constituída por 240 crianças dos 10 a 12 anos de idade mas só foram incluídos os participantes que realizaram a avaliação da composição corporal por DXA e da actividade física por acelerometria. Os participantes que não eram de raça caucasiana (~5% dos participantes), não foram incluídos neste estudo. De acordo com estes critérios de inclusão, a amostra final integrou 119 crianças (55 rapazes e 64 raparigas) dos 10 aos 12 anos de idade de diferentes turmas de duas escolas situadas na região de Oeiras. Nenhum dos participantes tomava qualquer medicamento que afectasse o metabolismo ósseo e não houve relato de história de fracturas da pélvis e membros inferiores. Houve consentimento esclarecido pelos encarregados de educação dos participantes.

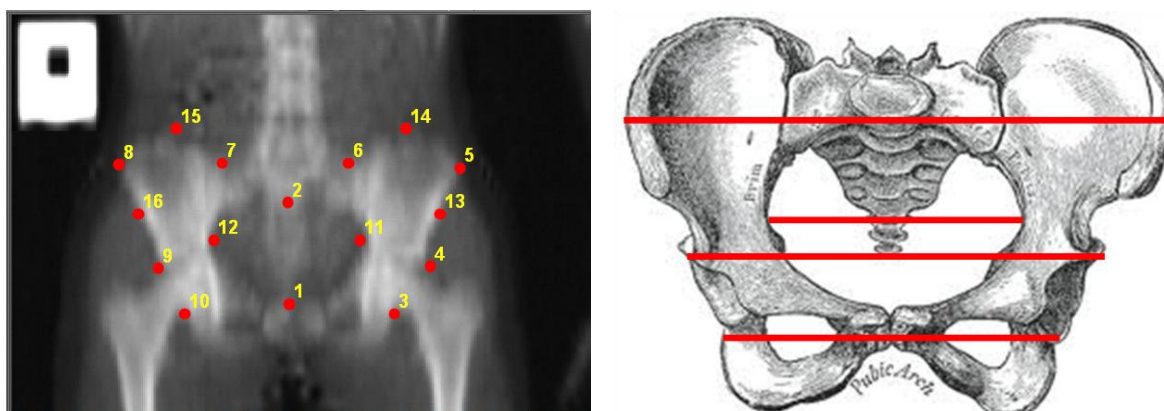
### **3.3 Instrumentos e Procedimentos**

#### **3.3.1 Análise da Morfologia da Pélvis**

A imagem da pélvis foi obtida a partir de imagens resultantes da avaliação por DXA, Hologic Explorer, software version QDR for windows V. 12.4, (Hologic Waltham, USA), (Figura 1). A preparação e o tratamento das imagens foram realizadas pelo mesmo avaliador. Os procedimentos utilizados foram (Descrição no Anexo 1):

1. Avaliação do corpo inteiro por DXA.
2. Avaliação de um objeto metálico para utilizar como escala.
3. Análise do scan com ajustamento da imagem para obter boa visualização do contorno ósseo com zoom 200 centralizando a pélvis.
4. Aplicação do zoom 200 no objeto de escala.

5. Armazenamento das imagens e do objeto de escala, no software Paint como imagens de extensão TIFF através do comando “print screen” do computador e posteriormente guardadas num directório.
6. Ajustamento das imagens TIFF no Power Point 2007.
7. Tratamento das imagens TIFF no software Adobe Photoshop 9 através da modificação da escala de cores para escala de cinza (GrayScale). Através deste procedimento as imagens puderam ser reconhecidas pelo software de morfometria geométrica, TPS Utility e TPSDig 2, versão 5.0.
8. Abertura do directório com todas as imagens, requisito necessário para criação do arquivo TPS. Neste âmbito, foi utilizado o software TPS Utility.
9. Abertura do programa TPS Dig 2 para inserção de 16 marcos anatómicos e dos 4 diâmetros pélvicos (figura1).



*Figura1 – Imagem da pélvis obtida por DXA com objeto de escala e localização dos marcos anatómicos: 5 a 8 - diâmetro inter-espinhal; 11 a 12 - diâmetro interno da pélvis; 4 a 9 - diâmetro inter-acetabular superior; 3 a 10 - diâmetro inter-acetabular inferior.*

### **3.3.2 Avaliação da Actividade Física**

Para a avaliação da actividade física foi utilizado o acelerometro (Actigraph model GT1M) durante 4 dias seguidos, dois dias de semana e dois dias de fim de semana. O requisito mínimo para validar o dia eram 10 horas de contagens. O volume total da actividade física foi expresso em *counts* por minuto e a actividade física de diferentes intensidades expressa em minutos por dia. A segunda variável foi o número de minutos passados em diferentes níveis de intensidade. Foram utilizados os valores de corte por idade, 10, 11 e 12 anos, e níveis de intensidade

expressos em *counts/min*: actividade física moderada representou respectivamente 1910, 2059 e 2020 e actividade física vigorosa  $\geq 4588$ ,  $\geq 4832$  e  $\geq 5094$ .

### 3.3.3 Avaliação da composição corporal

A altura foi medida através de um estadiômetro com aproximações de 0,1 cm, em que o participante foi avaliado descalço com a cabeça posicionada de acordo com o plano de Frankfurt. O peso corporal foi determinado em quilogramas com aproximações de 0,1 kg, utilizando uma balança electrónica da marca Secca. O IMC foi calculado a partir da razão peso/altura ( $\text{kg/m}^2$ ).

A composição corporal total e do fémur, massa gorda, massa magra, CMO e DMO, foram avaliadas por DXA Hologic Explorer, software version QDR for Windows V. 12.4, (Hologic Waltham, USA). Foram realizadas avaliações do corpo inteiro e do fémur proximal de acordo com as posições padrão recomendadas pelo fabricante e posteriormente foram analisadas as imagens obtidas.

### 3.3.4 Avaliação da Maturação Biológica

A maturação biológica para verificarmos quando ocorrerá o pico de velocidade em altura foi determinada a partir de medidas antropométricas (peso, altura total, altura sentada e comprimento da perna) de acordo com as equações propostas por Mirwald *et al*, 2002, para rapazes e raparigas:

Rapazes:

Maturação =  $- 9.236 + (0.0002708 * \text{comprimento da perna} * \text{estatura sentado}) - (0.001663 * \text{idade} * \text{comprimento da perna}) + (0.007216 * \text{idade} * \text{estatura sentado}) + (0.02292 * \text{peso} / \text{altura})$ .

Raparigas:

Maturação =  $- 9.376 + (0.0001882 * \text{comprimento da perna} * \text{estatura sentado}) + (0.0022 * \text{idade} * \text{comprimento da perna}) + (0.005481 * \text{idade} * \text{estatura sentado}) - (0.002658 * \text{idade} * \text{peso}) + (0.07693 * \text{peso} / \text{altura})$ . (Mirwald *et al*, 2001).

Após a determinação da maturação biológica, foi calculada a diferença para o pico de velocidade em altura ( $\text{PVA} = \text{idade (anos)} - \text{idade cronológica}$ ).

### **3.4 Análise Estatística**

Para análise estatística dos dados foi utilizado o software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 18.0 para Windows.

Para descrição dos dados foram utilizadas medidas de localização central (média) e dispersão (desvio padrão). O cálculo da associação entre a morfologia da pélvis e o mineral e a área óssea de três regiões do fémur proximal, foi realizada através de correlações parciais ajustadas para altura corporal total, maturação biológica, massa magra e actividade física, separadamente para rapazes e raparigas. A associação entre a actividade física e o mineral ósseo de três regiões do fémur foi analisada somente nas raparigas por apresentarem uma variação maior de alguns diâmetros da pélvis. Esta análise foi efectuada através da ANCOVA para analisar os efeitos principais e interacções da actividade física e o do diâmetro inter-acetabular inferior no CMO e área óssea das diversas regiões do fémur proximal. A significância estatística foi definida para um valor de  $p < 0.05$ .

## CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Caracterização da amostra

A idade cronológica, a idade do pico de velocidade em altura, a diferença entre a idade cronológica e a idade do pico de velocidade em altura, assim como a composição corporal e a actividade física habitual são apresentadas no quadro 1.

Os rapazes apresentaram valores superiores aos das raparigas na actividade física moderada + vigorosa ( $p=0,004$ ), e vigorosa ( $p=0,005$ ). As raparigas demonstraram valores superiores na percentagem de massa gorda ( $p=0,001$ ) comparativamente aos rapazes. Quanto à diferença entre a idade cronológica e a idade do pico de velocidade em altura, os rapazes revelaram uma diferença superior ao das raparigas ( $p<0,001$ ), significando que demorarão mais tempo a alcançar a idade do PVA.

**Quadro 1. Caracterização da amostra: idade, maturação biológica, composição corporal e actividade física.**

	Rapazes (n=55) Média ± Desvio Padrão	Raparigas (n=64) Média ± Desvio Padrão	p
Idade cronológica (anos)	10,2 ± 0,5	10,2 ± 0,5	0,995
PVA (anos)	13,1 ± 0,5	11,6 ± 0,5	<0,001
Diferença para o PVA (anos)	-2,9 ± 0,5	-1,3 ± 0,6	<0,001
Peso (Kg)	37,8 ± 10,6	38,7 ± 7,7	0,641
Altura (cm)	142,7 ± 7,2	144,3 ± 7,2	0,233
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	18,4 ± 4,0	18,5 ± 2,8	0,960
Massa gorda (%)	24,5 ± 7,3	28,8 ± 6,9	0,001
Massa magra (Kg)	28,0 ± 4,9	27,2 ± 4,2	0,320
Inactividade física (min/dia)	535 ± 69	523 ± 66	0,302
AF leve (min/dia)	226 ± 38	242 ± 38	0,025
AF Moderada + vigorosa (min/dia)	63 ± 20	53 ± 18	0,004
AF Vigorosa (min/dia)	9,6 ± 5,6	7,1 ± 4,1	0,005
AF total (counts/min)	434 ± 108	404 ± 105	0,127

PVA – Pico de Velocidade em Altura; IMC - Índice de Massa Corporal;  
AF – Actividade Física.

A caracterização da amostra relativamente às variáveis ósseas é apresentada no quadro 2.

Comparativamente aos rapazes, as raparigas apresentaram maior diâmetro interno da pélvis ( $p<0,001$ ) e inter-acetabular inferior ( $p=0,025$ ). Nas três regiões do fémur proximal os rapazes mostraram valores superiores às raparigas na área do trocanter ( $p=0,024$ ) no CMO do intertrocanter ( $p=0,012$ ) e do colo do fémur ( $p=0,001$ ).

**Quadro 2. Caracterização da amostra: diâmetros da pélvis, área óssea, conteúdo mineral ósseo da pélvis e das três regiões do fémur proximal.**

	Rapazes (n=55) Média ± Desvio Padrão	Raparigas (n=64) Média ± Desvio Padrão	Diferenças (%)	p
DIE (cm)	18,2 ± 1,1	18,2 ± 1,1	0,0	0,870
DIP (cm)	7,8 ± 0,6	8,3 ± 0,9	6,4	<0,001
DIASup (cm)	13,8 ± 0,9	13,9 ± 0,9	0,7	0,725
DIAInf (cm)	10,7 ± 0,6	11,0 ± 0,9	2,8	0,025
Área Pélvis (cm <sup>2</sup> )	148,0 ± 21,2	140,4 ± 23,1	5,1	0,063
CMO Pélvis (g)	112,8 ± 24,2	112,5 ± 25,6	0,3	0,961
Área Trocanter (cm <sup>2</sup> )	6,8 ± 1,4	6,3 ± 1,1	7,4	0,024
CMO Trocanter (g)	3,6 ± 1,2	3,7 ± 1,0	2,8	0,545
Área Intertrocanter (cm <sup>2</sup> )	13,5 ± 2,6	13,0 ± 1,9	3,7	0,211
CMO Intertrocanter (g)	11,4 ± 3,0	10,2 ± 2,0	10,5	0,012
Área Colo do Fémur (cm <sup>2</sup> )	4,1 ± 0,4	4,0 ± 0,4	2,4	0,230
CMO Colo do Fémur (g)	3,0 ± 0,5	2,7 ± 0,4	10,0	0,001

*DIE – Diâmetro inter-espinhal, DIP – Diâmetro interno da pélvis, DIASup – Diâmetro inter-acetabular superior, DIAInf – Diâmetro inter-acetabular inferior, CMO – Conteúdo mineral ósseo, DMO – Densidade mineral óssea.*

#### **4.2 Diâmetros pélvicos e variáveis ósseas das três regiões do fémur proximal**

A correlação entre os diâmetros pélvicos e as variáveis ósseas das três regiões do fémur proximal são apresentados no quadro 3.

Nos rapazes, observaram-se associações positivas entre o diâmetro interno da pélvis e a área e o CMO do intertrocanter ( $p<0,05$ ). Nas raparigas foram encontradas associações positivas entre o diâmetro inter-espinhal e a área do colo do fémur ( $p<0,01$ ), entre o diâmetro interno da pélvis e a área do trocanter ( $p<0,05$ ), entre o diâmetro inter-acetabular superior e a área e CMO do trocanter ( $p<0,05$ ) e a área do colo do fémur ( $p<0,01$ ) e entre o diâmetro inter-acetabular inferior e a área



do trocanter ( $p < 0,05$ ). Nas raparigas foram também encontradas associações negativas entre o diâmetro inter-acetabular inferior e o CMO do intertrocanter e do colo do fémur ( $p < 0,05$ ).

**Quadro 3. – Correlações parciais entre os diâmetros pélvicos - DIE, DIP, DIASup, DIAInf - e as variáveis ósseas das três regiões do fémur proximal, ajustadas para a altura corporal, maturação biológica, massa magra e actividade física.**

	DIE		DIP		DIASup		DIAInf	
	Rapazes	Raparigas	Rapazes	Raparigas	Rapazes	Raparigas	Rapazes	Raparigas
Trocanter								
Área	0,120	0,226	0,058	0,278*	0,066	0,456**	0,134	0,287*
CMO	0,136	0,049	0,125	0,247	0,138	0,291*	0,130	0,227
Intertrocanter								
Área	0,111	0,251	0,277*	-0,063	0,155	-0,073	0,094	-0,180
CMO	0,037	0,045	0,294*	-0,167	0,138	-0,217	0,121	-0,269*
Colo do fémur								
Área	0,002	0,422**	0,054	0,164	0,152	0,356**	-0,149	-0,021
CMO	-0,042	-0,006	0,129	-0,136	0,179	-0,064	-0,064	-0,306*

*DIE – Diâmetro inter-espinhal, DIP – Diâmetro interno da pélvis, DIASup – Diâmetro inter-acetabular superior, DIAInf – Diâmetro inter-acetabular inferior, CMO – Conteúdo mineral ósseo, DMO – Densidade mineral óssea. \*p<0.05 \*\*p<0.01*

### **4.3 Interacção entre o diâmetro inter-acetabular inferior e a actividade física**

Os efeitos principais e a interacção entre o diâmetro inter-acetabular inferior e a actividade física na área e conteúdo mineral ósseo das três regiões do fémur proximal das raparigas são apresentados no quadro 4.

Não foram observados quaisquer efeitos estatisticamente significativos da actividade física ou de interacção entre a actividade física e o diâmetro inter-acetabular inferior na área ou mineral ósseo das três regiões do fémur proximal, apesar de uma tendência das raparigas com menor actividade física apresentarem valores mais baixos de mineral e área óssea do que as raparigas com maior actividade física. As raparigas com maior diâmetro inter-acetabular inferior apresentaram contudo menor mineral ósseo no colo do fémur ( $p=0,037$ ). Os valores do quadro 4 são apresentados graficamente na figura 2. De um modo geral constata-se visualmente (mas não estatisticamente, à excepção do CMO do colo do fémur) valores superiores das variáveis ósseas nas raparigas mais ativas e as maiores diferenças (entre ativas e não ativas) poderão ocorrer ao nível do trocanter nas raparigas com diâmetro inter-acetabular inferior menor.

**Quadro 4. – Efeitos principais e interação do diâmetro inter-acetabular inferior e da actividade física na área e conteúdo mineral ósseo das três regiões do fémur proximal das raparigas, ajustados para a altura corporal, maturação biológica e massa magra.**

	DIAInf			Actividade Física			Interacção
	Menor	Maior	p	Menos	Mais	p	p
	Média ± EPE			Média ± EPE			
Área óssea (cm²)							
Trocanter	6,2 ± 0,1	6,5 ± 0,1	0,264	6,2 ± 0,1	6,5 ± 0,1	0,118	0,207
Intertrocanter	13,0 ± 0,4	12,9 ± 0,4	0,831	12,7 ± 0,3	13,2 ± 0,3	0,321	0,626
Colo do fémur	3,9 ± 0,1	4,0 ± 0,1	0,399	4,0 ± 0,1	4,0 ± 0,1	0,542	0,678
CMO (g)							
Trocanter	3,662 ± 0,1	3,705 ± 0,1	0,851	3,601 ±	3,766 ±	0,355	0,397
Intertrocanter	10,526 ± 0,4	9,886 ± 0,4	0,276	9,956 ± 0,3	10,456 ± 0,3	0,280	0,883
Colo do fémur	2,805 ± 0,1	2,614 ± 0,1	0,037	2,699 ± 0,0	2,720 ± 0,0	0,761	0,773

*DIAInf – Diâmetro inter-acetabular inferior. EPE – Erro padrão de estimação*

*Valor de corte para a categorização do diâmetro inter-acetabular inferior: 10,91 cm; valor de corte para a categorização da actividade física: 390 counts/min*

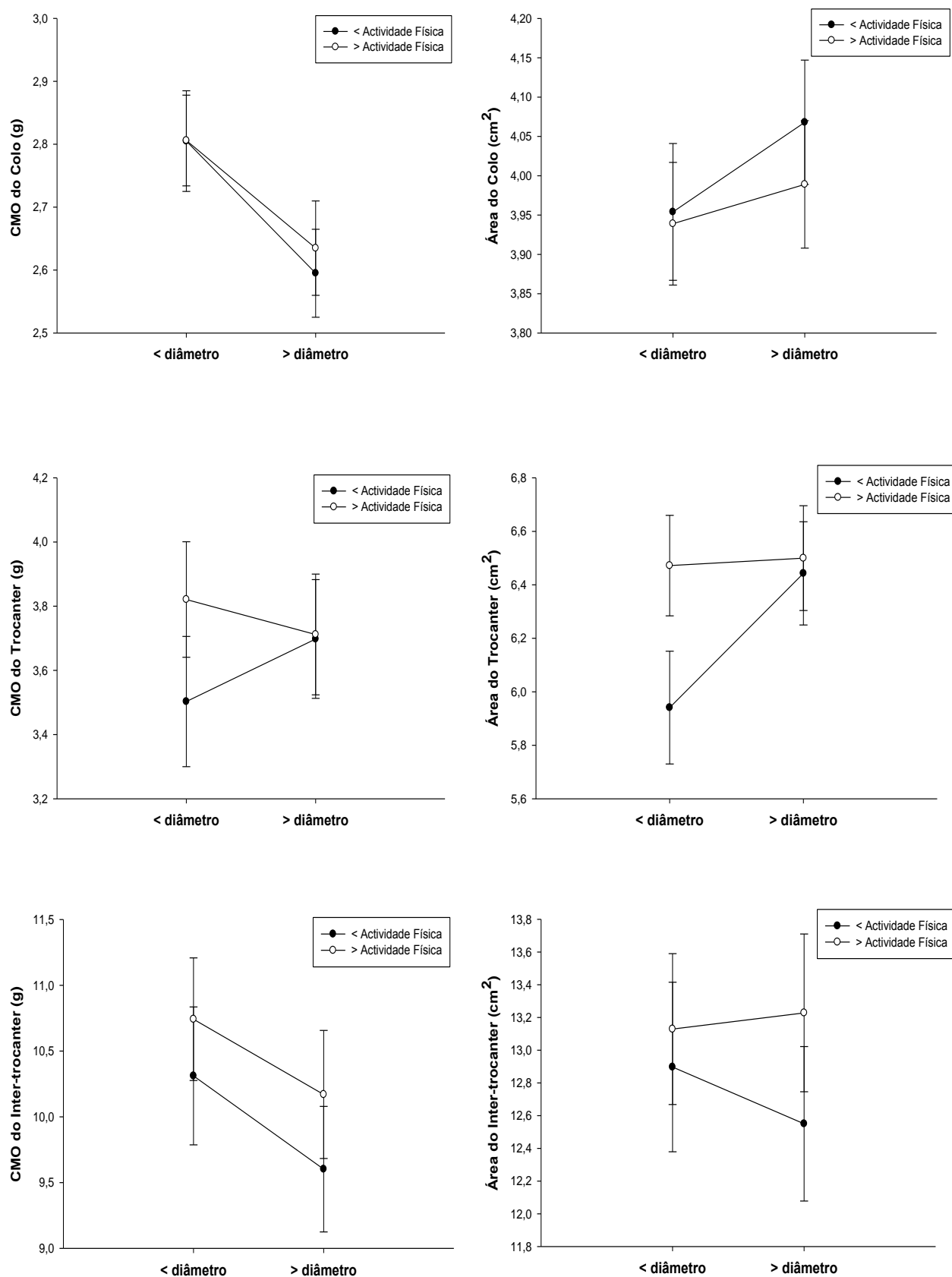


Figura 2 – Interacção entre a actividade física e o diâmetro pélvico inter-acetabular inferior nas raparigas. < Diâmetro = < 10,91cm; > Diâmetro =  $\geq$  10,91cm; < Actividade física = < 390 counts/min; > Actividade física =  $\geq$  390 counts/min.

## CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O objetivo desse trabalho foi analisar a importância da actividade física no mineral ósseo de três regiões do fémur proximal, de acordo com a morfologia da pélvis em crianças de 10 a 12 anos de idade de ambos os sexos tendo em vista a promoção da saúde óssea através de estilos de vida ativos em idades jovens. Trata-se de um estudo inovador uma vez que a pélvis, apesar de condicionar a carga mecânica ao nível da anca, nunca foi objeto de investigação neste âmbito. Os resultados evidenciam diferenças da morfologia da pélvis, especificamente dos diâmetros, entre rapazes e raparigas. As raparigas apresentaram diâmetros significativamente superiores aos rapazes a nível interno e a nível inter-acetabular inferior. As mulheres têm a pélvis com maior largura comparativamente à altura, em formato ginecoide, anatomicamente preparada para a gravidez e para o parto (Canto *et al.*, 2003). Todavia dimensões aumentadas da pélvis poderão condicionar o impacto da actividade física habitual ao nível do fémur superior particularmente ao nível do colo do fémur e do trocanter. Diâmetros inter-acetabulares aumentados nas raparigas poderão favorecer a mineralização do trocanter mas limitar a mineralização do colo do fémur, favorecida por diversos fatores incluindo a actividade física. A actividade física apesar de não se ter evidenciado como um factor determinante da mineralização óssea das regiões do fémur superior por falta de potência estatística (n da amostra) continua a ser considerada como muito relevante na promoção da saúde óssea (Heinonen *et al.*, 2000; MacKelvie *et al.*, 2004).

Em pessoas idosas os diâmetros acetabulares aumentados foram associados a um maior risco de fratura no fémur proximal (Canto *et al.*, 2003). Karlsson *et al.* em 1996 compararam diversos diâmetros entre pacientes idosos com fracturas e sem fractura da anca. Foram avaliados o menor diâmetro externo da pélvis acima do acetábulo e o maior diâmetro interno da pélvis. Os resultados foram estatisticamente significativos somente no grupo masculino, onde o grupo com fractura obteve diâmetros superiores aos do grupo controle.

## **CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **6.1 Conclusões**

Através deste estudo foi possível concluir que:

Existem diferenças na morfologia da pélvis, nomeadamente no diâmetro interno da pélvis e no diâmetro inter-acetabular inferior entre as raparigas e os rapazes.

A mineralização óssea do colo do fémur parece ser mais limitada nas raparigas com maior diâmetro inter-acetabular inferior.

A actividade física poderá eventualmente prevenir valores mais baixos de mineralização óssea sobretudo ao nível do trocanter em raparigas com menores diâmetros pélvicos.

### **6.2 Recomendações**

Neste estudo observaram-se diferenças morfológicas na pélvis entre os gêneros, com algumas dessas diferenças a associarem-se significativamente com o mineral ósseo das diferentes regiões do fémur proximal. Torna-se importante o estudo destas variáveis com uma amostra maior de crianças e de diferentes etnias. É igualmente necessário estudar essas variáveis noutras faixas etárias onde a massa óssea já esteja consolidada, levando em consideração a actividade física habitual e o passado desportivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baptista F, Silva A M, Santos D A, Mota J, Santos R, Vale S, *et al.* (2011). Livro Verde da Actividade Física. Lisboa: *Instituto de Desporto de Portugal*, 1-140.
- Baptista F. (2000). Exercício Físico e Metabolismo Ósseo. *Edições FMH*, 2-25.
- Berger C, Langsetmo L, Joseph L, Hanley D A, Davison K S, Josse R G, *et al.* (2008). Association between change in BMD and fragility fracture in women and men. *Journal of Bone and Mineral Research*, 24: 361-370.
- Bergot C, Bousson V, Meunier A, Laval-Jeantet M, Laredo J D. (2002). Hip fracture risk and proximal femur geometry from DXA scans. *Osteoporosis International*, 13: 542–550.
- Bookstein F L. (1991). Morfometrics tools for landmarks Data. Geometry and Biology. New York: *Cambridge University Press*, 435.
- Borges J L C, Brandão C M A. (2006). Low Bone Mass in Children and Adolescents. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, 50: 775-782.
- Campos L M A, Liphaus B L, Silva C A A, Pereira R M R. (2003). Osteoporose na infância e na adolescência. *Jornal de Pediatria*, 79: 481-88.
- Canto R S T, Marcos A S, Alessandro S R, Leandro C G, Mario A B. (2003). Morfologia radiográfica de quadril e pelve e sua relação com fracturas proximais do fêmur. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 38: 12-20.
- Cardadeiro G, Baptista F, Zymbal V, Rodrigues L A, Sardinha L B. (2010). Ward's area location, physical activity, and body composition in 8- and 9-year-old boys and girls. *Journal of Bone and Mineral Research*, 11: 2304-2312.



Driscoll K. (2010). Secular Change of the Modern Human Bony Pelvis: Examining Morphology in the United States using Metrics and Geometric Morphometry. A Dissertation Presented for the Doctorate of Philosophy Degree The University of Tennessee, Knoxville, 1-154.

Espanha M. (1999). Anatomofisiologia, Tomo I – Sistema Osteo-Articular. *Edições FMH*, 29-49, 109-140.

Evans J P, McGrory B J. (2002). Fractures of the Proximal Femur. *Hospital Physician*, 38: 30-38.

Forwood M R, Baxter-Jones A D, Beck T J, Mirwald R L, Howard A, Bailey D A. (2006). Physical activity and strength of the femoral neck during adolescent growth spurt: a longitudinal analysis. *Bone*, 38: 576–583.

Fuchs R K, Bauer J J, Snow C M. (2001). Jumping Improves Hip and Lumbar Spine Bone Mass in Prepubescent Children: A Randomized Controlled Trial. *Journal of bone and Mineral Research*, 16: 148-156.

Golding A, Jones I E, Taylor R W, Manning P J, Williams S M. (2000). More broken bones: a four-year double cohort study of young girls with and without distal forearm fractures. *Journal bone and Mineral Research*, 15: 2011-2018.

Gregory J S, Aspden R M. (2008). Femoral geometry as a risk factor for osteoporotic hip fracture in men and women. *Medical Engineering & Physics*, 30: 1275-1286.

Gregory J S, Testi D, Stewart A, Undrill P E, Reid D M, Aspden R M. (2004). A method for assessment of the shape of the proximal femur and its relationship to osteoporotic hip fracture. *Osteoporosis International*, 15: 5-11.

Heaney R P, Abrams S, Dawson-Hughes B, Looker A, Marcus R, Matkovic V, Weaver C. (2000). Peak Bone Mass. *Osteoporosis International*, 11: 985-1009.

Heinonen A, Sievanen H, Kannus P, Oja P, Pasanen M, Vuori I. (2000). High-Impact Exercise and Bones of Growing Girls: A 9-Month Controlled Trial. *Osteoporosis International*, 11: 1010–1017.

Hind K & Burrows M. (2007). Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: A review of controlled trials. *Bone*, 40: 14-27.

International Osteoporosis Foundation (2008). Osteoporosis in the European Union in 2008, 1-28.

Janz K F, Burns T L, Levy S M, Torner J C, Willing M C, Beck T H, *et al.* (2004). Everyday physical activity predicts bone geometry in children: the Iowa Bone Development Study. *Med Sci Sports Exerc*, 36: 1124-1131.

Janz K F, Burns T L, Torner J C, Levy S M, Paulos R, Willing M C, *et al.* (2001). Physical activity and bone measures in young children: the Iowa Bone Development Study. *Pediatrics*, 107: 1387-1393.

Janz K F, Gilmore J M, Burns T L, Levy S M, Torner J C, Willing M C, *et al.* (2006). Physical activity augments bone mineral accrual in young children: the Iowa Bone Development Study. *The Journal of Pediatrics*, 148: 793-799.

Janz K F, Gilmore J M, Levy S M, Letuchy E M, Burns T L, Beck T J. (2007). Physical activity and femoral neck bone strength during childhood: the Iowa Bone Development Study. *Bone*, 41: 216-222.

Kaissi S, Pasco J A, Henry M J, Panahi S, Nicholson J G, Nicholson G C, *et al. et al.* (2005). Femoral neck geometry and hip fracture risk: the Geelong osteoporosis study. *Osteoporosis International*, 16: 1299–1303.

Kaptoge S K, Jakes R W, Dalzell N, Wareham N, Khaw K T, Loveridge N, *et al. et al.* (2007). Effects of physical activity on evolution of proximal femur structure in a

younger elderly population. *Bone*, 40: 506-515.

Karlsson K M, Sernbo I, Obrant K J, Redlund-Johnell I, Johnell O. (1996). Femoral Neck Geometry and Radiographic Signs of Osteoporosis As Predictors of Hip Fracture. *Bone*, 18: 327-330.

Kohrt W M, Bloomfield S A, Little K D, Nelson M E, Yingling V R. (2004). American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc*, 36: 1985-1996.

Lohman T G. (1992). Exercise training and body composition in childhood. *Can J Sport Sci*, 17: 284-287.

MacKelvie K J, Petit M A, Karim K M, Beck T J, Heather A, McKay H A. (2004). Bone mass and structure are enhanced following a 2-year randomized controlled trial of exercise in prepubertal boys. *Bone*, 34: 755–764

Mirwald R L, Baxter-Jones A D G, Bailey D A, Beunen G P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci. Sports Exerc*, 34: 689-694.

Mourão A L, Vasconcellos H. (2001). A Geometria do fêmur proximal em ossos de brasileiros. *Acta Fisiátrica*, 8: 113-119.

Ondrak K S, Morgan D W. (2006). Factors Influencing Bone Mineral Density and Content in Young Girls. *Pediatric Exercise Science*, 17: 101-112.

Petit M A, McKay H A, MacKelvie K J, Heinonen A, Khan K M, Beck T J. (2002). A Randomized School-Based Jumping Intervention Confers Site and maturity-Specific Benefits on Bone Structural Properties in Girls: A Hip Structural Analysis Study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 17: 363-372.

Petit M A, Beck T J, Shults J, Zemel B S, Foster B J, Leonard M B. (2005). Proximal

femur bone geometry is appropriately adapted to lean mass in overweight children and adolescents. *Bone*, 36: 568–579.

Reid I R. (2002). Relationships among body mass, its components, and bone. *Bone*, 31: 547-555.

Schoenau E, Neu C M, Beck B, Manz F, Rauch F. (2002). Bone Mineral Content per Muscle Cross-Sectional Area as an Index of the Functional Muscle-Bone Unit. *Journal of Bone and Mineral Research*, 17: 1095–1101.

Sherar L B, Mirwald R L, Baxter-Jones A D G, Thomis M. (2005). Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. *The Journal of Pediatrics*, 147: 508-514.

Volgyi E, Lyytikainen A, Tylavsky F A, Nicholson P H F, Harri S, Alén M, Cheng S. (2010). Long-Term Leisure-Time Physical Activity Has a Positive Effect on Bone Mass Gain in Girls. *Journal of Bone and Mineral Research*, 25: 1034–1041.

Young D, Hopper J L, Macinnis R J, Nowson C A, Hoang N H, Wark J D. (2001). Changes in body composition as determinants of longitudinal changes in bone mineral measures in 8 to 26-year-old female twins. *Osteoporosis International*, 12: 506-515.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1: Análise da Morfologia da Pélvis**

A imagem da pélvis foi obtida a partir de imagens resultantes da avaliação por DXA, Hologic Explorer, software version QDR for windows V. 12.4, (Hologic Waltham, USA), (figura 1). Os procedimentos utilizados foram:

1. Avaliação do corpo inteiro por DXA.
2. Avaliação de um objeto metálico para utilizar como escala.
3. Análise do scan com ajustamento da imagem para obter boa visualização do contorno ósseo com zoom 200 centralizando a pélvis.
4. Aplicação do zoom 200 no objeto de escala.
5. Armazenamento das imagens e do objeto de escala, no software Paint como imagens de extensão TIFF através do comando “print screen” do computador e posteriormente guardadas num directório.
6. Abertura das imagens no Power Point 2007 para ajustamento, nomeadamente para:
  - Definição da escala no “Size and Position”
  - Selecção do “Crop From” e estabelecimento das seguintes dimensões:
    - Left = 5
    - Right = 12,5
    - Top = 5,8
    - Botom = 8
    - Height = 6,52
    - Width = 9,59
  - Agrupamento do objeto de escala em cada imagem.
  - Guardar com extensão TIFF
7. Tratamento das imagens TIFF no software Adobe Photoshop 9 através da modificação da escala de cores para escala de cinza (GrayScale). Através deste procedimento as imagens puderam ser reconhecidas pelo software de morfometria geométrica, TPS Utility e TPSDig 2, versão 5.0.
8. Abertura do directório com todas as imagens, requisito necessário para criação do arquivo TPS. Neste âmbito, foi utilizado o software TPS Utility.

9. Abertura do programa TPS Utility e selecção do:

“Build TPS File from images”

- Input
- Clicar em uma imagem
- Abrir
- Output
- Nomear e salvar
- Setup
- Create
- Close

10. Inserção de 16 marcos anatómicos (figura1) através do software TPSDig 2.

- Abertura do programa TPS Dig 2
- File
- Input source
- File
- Selecionar ficheiro imagens.TPS
- Abrir
- Selecionar Digitize landmarks
- Inserção dos 16 marcos anatómicos
- File
- Save data – guardar – overwrite
- Colocar os marcos anatómicos nas imagens e ir salvando uma por uma

11. Inserção de 4 diâmetros estabelecidos pelos seguintes marcos anatómicos:

Marco 5 a 8 - DIE – Diâmetro inter-espinhal;

Marco 11 e 12- DIP – Diâmetro interno da pélvis;

Marco 4 a 9 - DIASup – Diâmetro inter-acetabular superior;

Marco 3 a 10 - DIAInf – Diâmetro inter-acetabular inferior.

- Abertura do programa TPS Dig 2
- File
- Input source
- File
- Selecionar ficheiro imagens.TPS

- Abrir
- Selecionar image edit tools
- Measure (4.4 cm)
- Set scale
- Colocar escala no objeto com 48 measured length
- Ok em image tools
- Colocar escala no objeto e nas imagens com make linear mensurats
- Salvar uma por uma
- File
- Save data – guardar – overwrite